

CLIPPEDIMAGE= JP408240800A

PAT-NO: JP408240800A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08240800 A

TITLE: RESIN SUBSTRATE FOR LIQUID CRYSTAL  
DISPLAY

PUBN-DATE: September 17, 1996

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

TAKAGI, SATORU

SATO, KAZUO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

ASAHI GLASS CO LTD

N/A

APPL-NO: JP07044199

APPL-DATE: March 3, 1995

INT-CL (IPC): G02F001/1333;C23C014/08  
;G02F001/1343

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide a resin substrate for a  
liquid crystal display on which an  
indium oxide thin film doped with tin (ITO)

can be formed without decreasing the film thickness, namely, an ITO electrode having low resistance can be formed, and to avoid such a phenomenon that the skeleton of a display is seen.

CONSTITUTION: This resin substrate for a liquid crystal display has such a feature that an intermediate refractive index layer 4 having refractive index between  $\geq 1.65$  and  $\leq 1.85$  and film thickness between  $\geq 50\text{nm}$  and  $\leq 100\text{nm}$  is formed on a transparent resin substrate 1 and that a transparent conductive film 5 is formed thereon.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-240800

(43) 公開日 平成8年(1996)9月17日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/1333	5 0 0		G 0 2 F 1/1333	5 0 0
C 2 3 C 14/08			C 2 3 C 14/08	D
G 0 2 F 1/1343			G 0 2 F 1/1343	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-44199

(22) 出願日 平成7年(1995)3月3日

(71) 出願人 000000044

旭硝子株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

(72) 発明者 高木 悟

神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地

旭硝子株式会社中央研究所内

(72) 発明者 佐藤 一夫

神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地

旭硝子株式会社中央研究所内

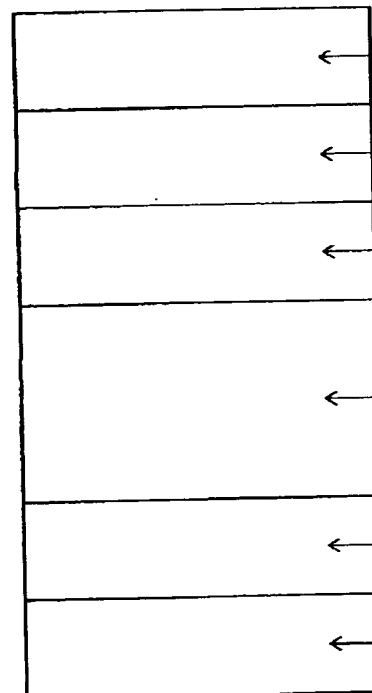
(74) 代理人 弁理士 泉名 謙治

(54) 【発明の名称】 液晶ディスプレイ用樹脂基板

(57) 【要約】

【構成】透明樹脂基体1上に屈折率が1.65以上1.85以下で、かつその膜厚が50nm以上100nm以下の範囲にある中間屈折率層4を設け、その上に透明導電膜5を形成したことを特徴とする液晶ディスプレイ用樹脂基板。

【効果】スズをドーパした酸化インジウム (ITO) 膜厚を薄くせずに、すなわち、低抵抗のITO電極を形成させ、かつ骨見え現象を低減させることができる液晶ディスプレイ用樹脂基板を提供できる。



5 transparent  
conductive film  
4 intermediate layer  
3 gas barrier layer  
1 substrate  
2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】透明樹脂基体上に屈折率が1.65以上1.85以下で、かつその膜厚が50nm以上100nm以下の範囲にある中間屈折率層を設け、その上に透明導電膜を形成したことを特徴とする液晶ディスプレイ用樹脂基板。

【請求項2】前記透明導電膜がスズを含んだ酸化インジウムからなる膜であることを特徴とする請求項1の液晶ディスプレイ用樹脂基板。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】液晶ディスプレイ用透明電極膜付き樹脂基板に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】液晶表示素子（以下、LCDと称する）は、パソコン、ワープロ、電子手帳、携帯電話、携帯用情報端末機器等のディスプレイとして広く用いられ、これらの製品の小型・軽量化に伴い、液晶表示素子自身の小型・軽量化と耐衝撃性向上の要求が高まっている。その中で、従来のガラス基板の代わりに、軽量性、耐衝撃性に優れた樹脂基板を用いた液晶表示装置（以下、プラスチックLCDと称する）やタッチパネルが盛んに検討されている。

【0003】従来の液晶表示装置に用いられる透明導電基板は、ガラス基板上にスパッタリング法や真空蒸着法等によりスズをドーパした酸化インジウム（ITO）等の透明導電膜を形成し、そののちフォトリソグラフィ工程、ウェットエッチング工程によりITO電極の微細加工（パターンニング）をして作製される。また、タッチパネル用基板については、前述のITO膜の他に、化学的気相成長法（CVD）を使ったフッ素ドーパ酸化スズ膜などが用いられている。

【0004】しかし、前述の目的のために樹脂基板を用いる場合には、その耐熱性のために、100℃前後までしか加熱できない。その結果、基板温度が200℃以上の場合に比べて、ITO膜は不完全なものとなり、種々の特性が低下する。

【0005】特に、ITO膜の屈折率は、基板温度が200℃以上の場合に1.8～1.9であったものが、基板温度が100℃前後では2.0～2.1に上昇してしまう。その結果、ITO電極のある部分とない部分との光学的な反射による色差が大きくなり、LCDとしてセル化した場合に、ITO電極が見えてしまう（以下、骨見えと称する）という問題が生じる。

【0006】この骨見え現象を低減するためには、ITOの膜厚を40nm程度まで薄くする必要があるが、プラスチックLCDのSTN化、大面積、表示品位の向上のためには、よりITO膜厚の厚い低抵抗電極が必要となり、骨見え現象低減とは両立しないという問題点を有していた。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、ITO膜厚を薄くせずに、骨見え現象を低減させることができる液晶ディスプレイ用透明導電樹脂基板の提供を目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、透明樹脂基体上に屈折率が1.65以上1.85以下で、かつその膜厚が50nm以上100nm以下の範囲にある中間屈折率層を設け、その上に透明導電膜を形成したことを特徴とする液晶ディスプレイ用樹脂基板を提供する。

【0009】本発明に係るLCD用透明樹脂基板の断面図を図1に示す。1は透明樹脂基板、2はガスバリアー層、3はハードコート層、4は屈折率が1.65以上1.85以下で、膜厚が50nm以上100nm以下の中間屈折率層を示し、5は透明導電膜を示す。

【0010】本発明における透明樹脂基板1としては、特に限定されず、ポリエチレンテレフタレート、ポリフェニレンサルファイド、ポリイミド、ポリエーテルイミド、ポリメチルメタクリレート、ポリカーボネート、ポリエーテルサルフォン、ポリアリレート、アモルファスボレオレフィン等を挙げることができる。

【0011】その他、アクリル系、ポリエチレン系、ポリエステル系、ポリイミド系、アラミド系、シリコン系、フッ素系、マレイミド系、エポキシ系の各種樹脂が挙げられる。

【0012】本発明においては液晶表示素子（LCD）の用途に用いるため、いずれの樹脂においても、光学異方性の小さい樹脂基板であることが望ましい。

【0013】中間屈折率層4としては、屈折率が1.65以上1.85以下で、膜厚が50nm以上100nm以下の透明物質であり、該組成や成膜方法などは特に限定されるものではないが、透明導電膜5の電気特性、パターンニング特性、耐久性などを十分に引き出すという点から、スパッタリング法により形成された金属酸化物膜、金属窒化物膜、金属酸窒化物膜が特に好ましい。

【0014】例えば、アルミナなどの中間屈折率材料単体や、シリカに代表される低屈折率材料とジルコニア、チタニアなどの高屈折率材料を混合することで得られる中間屈折率材料や、酸素と窒素の組成比を制御することで中間屈折率が得られるSiO<sub>x</sub>N<sub>y</sub>など金属酸窒化物などを挙げることができる。

【0015】透明導電膜5としては、スズを添加した酸化インジウム膜、AlやGaを添加した酸化酸化亜鉛膜、SbやFを添加した酸化錫膜などを挙げることができる。このうち、スズを5～10wt%添加した酸化インジウム（ITO）膜は、抵抗値が低く、良好な結果を得ることができることから、好ましく用いられる。

【0016】透明導電膜5の形成方法は、特に限定されないが、容易に低抵抗の膜が得られるという理由から、

スパッタリング法、イオンプレーティング法が好ましい。

【0017】ガスバリアー層2、およびハードコート層3は、樹脂基板1自身が化学的、光学的、機械的な耐久性に欠ける場合や、ガス遮断性能に欠ける場合に必要となる。すなわち、透明導電膜の電極パターンニング時に要求される耐酸、耐アルカリ性能や、セル化工程での耐UV、耐溶剤性能、またハンドリング時等に要求される耐擦傷性能などが不十分であるポリカーボネートなどの樹脂基板1を用いる場合には、より耐久性に富む安定な有機物または無機物等のハードコート層3、およびガスバリアー層2を施す事により樹脂基板1自身の劣化を防ぐことができる。

【0018】樹脂基板1が前述の各種耐久性性能を満足する場合には、ハードコート層3、ガスバリアー層2を設けなくともよい。

【0019】本発明におけるハードコート層3としては、樹脂基板1との密着性が要求されるため、樹脂基板1の種類により異なるが、一般的にはアクリル系、ポリイミド系、シリコン系、ウレタン系、およびエポキシ系のうち少なくとも1種の系の樹脂を主成分とする有機物、あるいはアルコキシドを焼成・乾燥して得られる $TiO_2$ 、 $ZrO_2$ 、 $Al_2O_3$ 、および $SiO_2$ のうち少なくとも1種を主成分とする無機物、または上記有機物と上記無機物との混合物、複数積層したものなどが挙げられる。

【0020】本発明におけるガスバリアー層2としては、エチレンビニルアルコール(EVA)などの有機膜や、 $SiO_2$ や $SiN_x$ などの無機膜が用いられる。

【0021】ハードコート層3、およびガスバリアー層2の形成方法としては、スピンコート法、ロールコート法、ディップコート法、スプレーコート法、スパッタ法などが挙げられる。

【0022】ハードコート層3、およびガスバリアー層2の組成や、構成は、特に限定されず、前述の諸性能を満足する限りは自由に選択し得る。

【0023】

【作用】プラスチックLCD用透明電極の骨見え現象発生の原因とその改善策を詳細に検討した結果、以下のことが明らかになった。まず、従来のプラスチック液晶ディスプレイの典型的な構成断面を図2に示す。1は透明樹脂基板、2はガスバリアー層、3はハードコート層、6は密着力向上のための中間層(シリカなど)、7はパターンニング加工されたITO透明導電膜、8はポリイミドなどの配向膜、および9は液晶層を示し、A、Bはそれぞれ、ITO透明電極部と、ITO膜がエッチングにより除去された部分であり、(a)、(b)はそれぞれA部分、B部分の入射光と反射光を示している。

【0024】このような構成のガラス基板とプラスチック基板を用いて、LCDを作製し、ITO電極部Aでの

反射光(a)とITO電極のない部分Bでの反射光(b)の色の差をよく知られたCIE(国際照明委員会)の色差 $\Delta E^*ab$ を用いて比較してみると、ガラス基板を用いた場合には、ITOの膜厚が300nm程度の厚膜まで、色の差が認知しにくく、 $\Delta E^*ab$ が約4以下の色差であるのに対し、プラスチック基板を用いた場合には、ITO膜の膜厚が40nmを超えると色差 $\Delta E^*ab$ が4以上の値を示し、その結果、ITO電極が見える、すなわちITO電極の骨見え現象が顕著となり、LCDの表示品位が低下する。

【0025】従来のガラスを基板として用いる場合と本発明のような樹脂基板を用いた場合の相違点の第一は、ガラス基板を用いる場合には、液晶セル内の絶縁性、骨見え現象低減のために、ITO電極と配向膜の間に屈折率1.75程度の絶縁中間膜を挿入して用いる点である。この絶縁中間膜形成の際の焼成温度は250℃程度であるため、プラスチック基板の場合には、その耐熱温度限界より、該絶縁中間膜を用いることができない。

【0026】第二は、基板温度200℃以上で成膜されたガラス基板上のITO薄膜は、多結晶構造を取り、キャリア密度も $10^{20} \sim 10^{21} \text{ cm}^{-3}$ と高く、その結果、屈折率は1.8~1.9となる点である。一般に樹脂基板はその耐熱温度限界より、基板を100℃前後までしか加熱できず、ITO薄膜は、アモルファス構造を取り、しかもキャリア電子密度は低い。そのために、屈折率は、2.0~2.1にまで上昇し、現状では、該屈折率を低減することは困難である。

【0027】第三は、基板の屈折率が異なる点である。すなわち、屈折率1.5のガラス基板に比較し、LCD用に用いられる樹脂基板の屈折率は、ポリカーボネートで1.59、ポリエチレンテレフタレートで1.58、ポリエーテルサルフォンで1.65、ポリアリレートで1.61、アモルファスポレオレフィンで1.54と一般に高い。

【0028】図1に示すように、ITO膜の屈折率(2.0~2.1)と基板の屈折率(1.54~1.65)の中間の屈折率(1.65~1.85)を持ち、かつ膜厚が50nm~100nmである中間屈折率層を挿入することによって、LCD構成後のITO電極部AとITO電極のない部分Bとの色差が小さくなるような光学的干渉条件が満足でき、その結果、ITO電極の骨見え現象が低減できる。

【0029】

【実施例】

【実施例】透明樹脂基板1として、あらかじめ両面に、アクリル/ウレタン系のハードコート層3を10μmコートされたポリカーボネート樹脂基板を用い、その上にシリコンとジルコニウムとの酸化物( $ZrSi_xO_y$ )からなる各種膜厚の中間屈折率層4、およびITO膜をスパッタ法を用いてコーティングした。なお、ポリカー

ポネートの屈折率は1.59、ハードコート層3の屈折率は1.53である。

【0030】本実施例の中間屈折率層4は、シリコンとジルコニウムの混合物ターゲットから酸素との反応性スパッタにより形成したものであり、シリコンとジルコニウムの混合比を変化させることによって得られる中間屈折率膜の屈折率をも変化させた。

【0031】その後、 $\text{HCl}-\text{HNO}_3$ 系のエッチング液を用いITO膜をパターニングし、配向膜塗布後、図2に示すようなLCDを構成した。なお、配向膜の屈折率は1.63、配向膜の膜厚は60nm、液晶層の屈折率は1.5~1.6である。

【0032】本実施例において得られた各種LCDについて、ITO電極部AとITO電極のない部分Bの可視光領域での顕微分光測定を行い、AとB部分間の色差 $\Delta E^*ab$ を比較すると同時に、骨見えの優劣を目視観察にて判断した。

【0033】表1に、中間屈折率層の屈折率と膜厚に対して、色差 $\Delta E^*ab$ が4以下となるITO膜厚(nm)の上限を示す。

【0034】表2に、中間屈折率層として、屈折率が1.75、膜厚が80nmの $\text{ZrSi}_x\text{O}_y$ 膜を用いた場合の、ITO膜厚と色差 $\Delta E^*ab$ との関係を示す。

【0035】[比較例1~2]中間屈折率層としてシリカ( $\text{SiO}_2$ )膜を用いた以外は、実施例と同様にしてLCDを構成し、また実施例と同様にして評価した。中間屈折率層として、屈折率が1.46、膜厚が15nmの $\text{SiO}_2$ 膜を用いた場合を比較例1、中間屈折率層として、屈折率が1.46、膜厚が50nmの $\text{SiO}_2$ 膜\*

\*を用いた場合を比較例2として、結果を表2に示す。

【0036】表1より、ITO膜の膜厚が100nm以上でも、中間層の屈折率が1.65以上1.85以下で、かつ膜厚が50nm以上100nm以下の範囲であれば、色差 $\Delta E^*ab$ が4以下となることが解る。同時に、骨見え現象の優劣を目視観察によって判断した結果、該範囲が非常に良好であった。

【0037】なお、表2に示すように、中間屈折率層として、屈折率1.75、膜厚80nmのシリコンとジルコニウムとの酸化物膜を用いた場合には、ITO膜厚300nm程度まで色差 $\Delta E^*ab$ が3以下となり、骨見え現象が低減できる。

【0038】他方、比較例の従来の屈折率1.46のシリカ膜を用いた場合には、いずれの場合にも、ITO膜厚を40nm以下にしないと骨見え現象が低減できないことが解る。

【0039】以上に記載した実施例のほか、ITO膜と樹脂層との密着力、ITO膜のパターニング性、耐久性についても評価した結果、従来のシリカ膜同様の性能が得られることが確認された。

【0040】さらに、プラスチック基板を用いたLCDにおいて必要とされるガスバリアー性能についても評価した結果、LCDセル内での発泡現象が低減されることが確認された。これは、本発明において用いる中間屈折率層の膜厚が50nm以上であることに起因していると考えられる。

【0041】

【表1】

		中間屈折率層の屈折率						
		1.60	1.65	1.70	1.75	1.80	1.85	1.90
中間屈折率層の膜厚(nm)	40	20	20	20	40	20	20	20
	50	20	100	100	150	150	100	20
	60	20	100	150	300	300	100	20
	70	40	150	150	300	300	150	50
	80	20	150	300	300	300	150	40
	90	20	100	200	100	150	100	20
	100	20	100	150	150	100	100	20
	110		20	40	40	20	20	

【0042】

※ ※【表2】

7		8		
		実施例	比較例1	比較例2
ITO の膜厚 (nm)	20	1.2	2.4	2.8
	40	0.7	6.4	7.2
	50	1.8	8.0	9.7
	100	2.2	8.8	11.0
	150	1.8	9.0	11.4
	200	1.4	10.9	12.6
	300	2.9	—	—

## 【0043】

【発明の効果】本発明により、ITO膜厚を薄くせずに、すなわち、低抵抗のITO電極を形成させ、かつ骨見え現象を低減させることができる液晶ディスプレイ用樹脂基板を提供できる。

【0044】本発明において用いる中間屈折率層は、従来のシリカ膜同様にITO膜と樹脂層との密着力を向上させ、ITO膜のパターニング性、耐久性を向上させる。

【0045】また、本発明において用いる中間屈折率層の膜厚は50nm以上であるので、プラスチック基板を用いたLCDにおいて必要とされるガスバリアー性能も向上し、LCDセル内での発泡現象も低減できるという優れた効果をも有する。

## 【図面の簡単な説明】

\*【図1】本発明に係る液晶ディスプレイ用樹脂基板の構成断面図

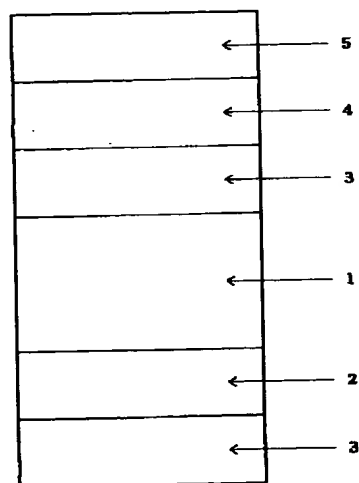
【図2】従来のプラスチック液晶ディスプレイの構成断面図

## 【符号の説明】

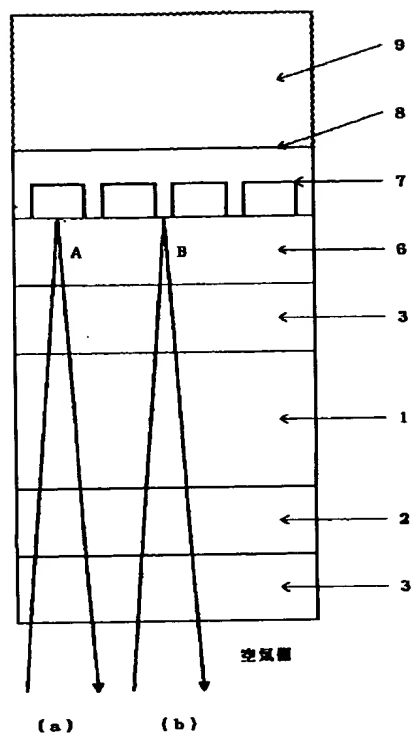
- 1：透明樹脂基板
- 2：ガスバリアー層
- 3：ハードコート層
- 4：中間屈折率層
- 5：透明導電膜
- 6：密着力向上中間層
- 7：電極加工された透明導電膜
- 8：配向膜
- 9：液晶層

\*

【図1】



【図2】





## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] It is related with the resin substrate for liquid crystal displays with a transparent-electrode film.

[0002]

[Description of the Prior Art] A liquid crystal display element (LCD is called hereafter) is widely used as a display of a personal computer, a word processor, an electronic notebook, a cellular phone, a portable information terminal equipment, etc., and the demand of a liquid crystal display element's own small and lightweight-izing, and shock-proof improvement is increasing with small and lightweight-izing of these products. In it, the liquid crystal display (Plastics LCD is called hereafter) and touch panel using the resin substrate which was excellent in lightweight nature and shock resistance instead of are examined briskly. [ the conventional glass substrate ]

[0003] The transparent electric conduction substrate used for the conventional liquid crystal display forms transparent electric conduction films, such as indium oxide (ITO) which doped tin by the sputtering method, the vacuum deposition method, etc., on a glass substrate, carries out micro processing (patterning) of an ITO electrode according to the after photo lithography process and a wet etching process, and is produced. Moreover, about the substrate for touch panels, the fluorine dope tin-oxide film using the chemical vapor growth (CVD) etc. is used besides the above-mentioned ITO film.

[0004] However, when using a resin substrate for the above-mentioned purpose, it can heat till around 100 degrees C because of the thermal resistance. Consequently, compared with the case where substrate temperature is 200 degrees C or more, an ITO film will become imperfect and various properties will fall.

[0005] Substrate temperature will rise [ that especially whose refractive indexes of an ITO film were 1.8-1.9 when substrate temperature was 200 degrees C or more ] to 2.0-2.1 before and after 100 degrees C. Consequently, when the color difference by optical reflection in a portion with an ITO electrode and the portion which is not becomes large and cell-izes as LCD, the problem that an ITO electrode can be seen (bone vanity is called hereafter) arises.

[0006] Although thickness of ITO needed to be made thin to about 40nm in order to reduce this bone vanity phenomenon, for improvement in STN-izing of Plastics LCD, a large area, and display grace, the low resistance electrode with more thick ITO thickness was needed, and it had the trouble of being incompatible with bone vanity phenomenon reduction.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] this invention aims at offer of the transparent electric conduction resin substrate for liquid crystal displays which can reduce a bone vanity phenomenon, without making ITO thickness thin.

[0008]

[Means for Solving the Problem] this invention prepares the middle refractive-index layer which whose refractive index is 1.85 or less [ 1.65 or more ], and has the thickness in the 50nm or more range of 100nm or less on a transparent resin matrix, and offers the resin substrate for liquid crystal displays characterized by forming a transparent electric conduction film on it.

[0009] The cross section of the transparent resin substrate for LCD concerning this invention is shown in drawing 1. As for a gas barrier layer and 3, a transparent resin substrate and 2 is [ the refractive index of a hard-coat layer and 4 ] 1.85 or less [ 1.65 or more ], as for 1, thickness shows 50nm or more middle refractive-index layer 100nm or less, and 5 shows a transparent electric conduction film.

[0010] Especially as a transparent resin substrate 1 in this invention, it is not limited but a polyethylene terephthalate, polyphenylene sulfide, a polyimide, polyether imide, a polymethylmethacrylate, a polycarbonate, a polyether ape phon, a polyarylate, an amorphous POREORE fin, etc. can be mentioned.

[0011] In addition, the various resins of acrylic, a polyethylene system, a polyester system, a polyimide system, an aramid system, a silicone system, a fluorine system, a maleimide system, and an epoxy system are mentioned.

[0012] In order to use for the use of a liquid crystal display element (LCD) in this invention, also in which resin, it is desirable that it is a resin substrate with a small optical anisotropy.

[0013] Although a refractive index is 1.85 or less [ 1.65 or more ], thickness is transparent 50nm or more matter 100nm or less as a middle refractive-index layer 4 and neither this composition nor especially the membrane formation method is limited, the metallic-oxide film formed by the sputtering method from the point of fully pulling out the electrical property of the transparent electric conduction film 5, a patterning property, endurance, etc., a metal nitride film, and especially a metal acid nitride film are desirable.

[0014] for example, SiOx Ny from which a middle refractive index is obtained by controlling the composition ratio of middle

refractive-index material, and oxygen and nitrogen obtained by mixing middle refractive-index material simple substances, such as an alumina, the low refractive-index material represented by the silica, and high refractive-index material, such as a zirconia and a titania, etc. -- a metal acid nitride etc. can be mentioned

[0015] As a transparent electric conduction film 5, the indium oxide film which added tin, the oxidization zinc-oxide film which added aluminum and Ga, the tin-oxide film which added Sb and F can be mentioned. among these, tin -- 5 - 10wt% -- the added indium oxide (ITO) film has low resistance, and is preferably used from the ability of a good result to be obtained

[0016] Although not limited, since especially the formation method of the transparent electric conduction film 5 says that the film of low resistance is obtained easily, the sputtering method and its ion plating method are desirable.

[0017] The gas barrier layer 2 and the hard-coat layer 3 are needed, when resin substrate 1 self lacks in chemical, optical, and mechanical endurance, or when a gas interception performance is missing. That is, when using the resin substrates 1, such as a polycarbonate with the inadequate abrasion-proof performance demanded at the time of acid-proof and the alkali-proof performance which are demanded at the time of electrode patterning of a transparent electric conduction film, UV-proof in a cell-ized process and solvent-resistance ability, and handling etc., degradation of resin substrate 1 self can be prevented by giving the hard-coat layers 3, such as the stable organic substance which is more rich in endurance, or an inorganic substance, and the gas barrier layer 2.

[0018] When the resin substrate 1 satisfies the various above-mentioned endurance ability, it is not necessary to form the hard-coat layer 3 and the gas barrier layer 2.

[0019] Since adhesion with the resin substrate 1 is required, although it changes with kinds of resin substrate 1 as a hard-coat layer 3 in this invention Generally Acrylic, a polyimide system, a silicone system, an urethane system, And the organic substance which makes a principal component the resin of at least one sort of systems among epoxy systems, Or TiO<sub>2</sub> obtained by calcinating and drying an alkoxide, ZrO<sub>2</sub>, aluminum 2O<sub>3</sub>, and SiO<sub>2</sub> The mixture of the inorganic substance which makes at least one sort a principal component inside or the above-mentioned organic substance, and the above-mentioned inorganic substance, the thing which carried out two or more laminatings are mentioned.

[0020] as the gas barrier layer 2 in this invention -- organic films, such as ethylene vinyl alcohol (EVA), and SiO<sub>2</sub> SiN<sub>x</sub> etc. -- an inorganic film is used

[0021] As the formation method of the hard-coat layer 3 and the gas barrier layer 2, the spin coat method, the roll coat method, a dip coating method, a spray coating method, a spatter, etc. are mentioned.

[0022] Neither composition of the hard-coat layer 3 and the gas barrier layer 2 nor especially composition is limited, but as long as many above-mentioned performances are satisfied, it can be chosen freely.

[0023]

[Function] The following things became clear as a result of working on the cause and remedy of bone vanity phenomenon generating of the transparent electrode for plastics LCD in detail. First, the typical composition cross section of the conventional plastics liquid crystal display is shown in drawing 2. In 1, a transparent resin substrate and 2 a hard-coat layer and 6 for a gas barrier layer and 3 The interlayer for the improvement in the adhesion force (silica etc.), The ITO transparent electric conduction film with which patterning processing of 7 was carried out, and 8 show orientation films, such as a polyimide, and 9 shows a liquid crystal layer. A and B, respectively The ITO transparent-electrode section, An ITO film is the portion removed by etching and (a) and (b) show the incident light and the reflected light of A portion and B portion, respectively.

[0024] LCD is produced using the glass substrate and plastic plate of such composition. If the difference of the color of the reflected light (a) in the ITO electrode section A and the reflected light (b) in the portion B without an ITO electrode is compared using color difference  $\Delta E^*_{ab}$  of CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) known well When a glass substrate is used, to the thick film whose thickness of ITO is about 300nm When it is hard to recognize the difference of a color and a plastic plate is used to  $\Delta E^*_{ab}$  being about four or less color difference That is [ when the thickness of an ITO film exceeds 40nm, / color difference  $\Delta E^*_{ab}$  shows four or more values, consequently an ITO electrode can be seen ], the bone vanity phenomenon of an ITO electrode becomes remarkable, and the display grace of LCD falls.

[0025] When using a glass substrate the first of the difference at the time of using a resin substrate like the case where conventional glass is used as a substrate, and this invention, it is the point of inserting and using a with a refractive index of about 1.75 insulating interlayer between an ITO electrode and an orientation film for the insulation in a liquid crystal cell, and bone vanity phenomenon reduction. Since the burning temperature in the case of this insulating interlayer formation is about 250 degrees C, in the case of a plastic plate, it cannot use this insulating interlayer from the heat-resistant temperature limitation.

[0026] The ITO thin film on the glass substrate with which the second was formed at the substrate temperature of 200 degrees C or more takes polycrystal structure, and its carrier density is also as high as 10<sup>20</sup>-10<sup>21</sup>cm<sup>-3</sup>, consequently a refractive index is a point used as 1.8-1.9. Generally, a resin substrate can heat a substrate till around 100 degrees C from the heat-resistant temperature limitation, but an ITO thin film takes amorphous structure, and, moreover, carrier electron density is low. Therefore, it is difficult the refractive index to go up even to 2.0-2.1 and to reduce this refractive index in the present condition.

[0027] The third is the point that the refractive indexes of a substrate differ. That is, as generally as 1.54, the refractive index of the resin substrate used for LCD is [ in a polycarbonate ] high [ in 1.58 and a polyether ape phon / at 1.65 and a polyarylate ] as compared with the glass substrate of a refractive index 1.5 in 1.61 and an amorphous POREORE fin in 1.59 and a polyethylene terephthalate.

[0028] As shown in drawing 1, by having the middle refractive index (1.65-1.85) of the refractive index (2.0-2.1) of an ITO film, and the refractive index (1.54-1.65) of a substrate, and inserting the middle refractive-index layer whose thickness is 50nm - 100nm, optical interference conditions to which the color difference with the portion B without the ITO electrode section A and

the ITO electrode after LCD composition becomes small can be satisfied, consequently the bone vanity phenomenon of an ITO electrode can be reduced.

[0029]

[Example]

As a [example] transparent resin substrate 1, both sides were beforehand coated with the middle refractive-index layer 4 and ITO film of the various thickness which consists the hard-coat layer 3 of an acrylic / urethane system of an oxide ( $\text{ZrSi}_6\text{O}_y$ ) of silicon and a zirconium on it using the polycarbonate resin substrate by which 10-micrometer coat was carried out using the spatter. In addition, the refractive index of 1.59 and the hard-coat layer 3 of the refractive index of a polycarbonate is 1.53.

[0030] The middle refractive-index layer 4 of this example was formed by the reactant spatter with oxygen from silicon and the mixture target of a zirconium, and the refractive index of the middle refractive-index film obtained by changing the mixing ratio of silicon and a zirconium was also changed.

[0031] Then, HCl-HNO<sub>3</sub> Patterning of the ITO film was carried out using the etching reagent of a system, and LCD as shown in drawing 2 was constituted after the orientation film application. In addition, the refractive index of an orientation film is [ the refractive indexes of 60nm and a liquid crystal layer of the thickness of 1.63 and an orientation film ] 1.5-1.6.

[0032] While performing the micro spectrometry in the light field of the portion B without the ITO electrode section A and an ITO electrode and comparing color difference  $\Delta E^*_{ab}$  between A and B portion about the various kinds LCD obtained in this example, the superiority or inferiority of bone vanity were judged by visual observation.

[0033] The upper limit of the ITO thickness (nm) from which color difference  $\Delta E^*_{ab}$  becomes four or less is shown in Table 1 to the refractive index and thickness of a middle refractive-index layer.

[0034]  $\text{ZrSi}_6\text{O}_y$  whose thickness a refractive index is 1.75 and is 80nm as a middle refractive-index layer in Table 2 The relation of the ITO thickness and color difference  $\Delta E^*_{ab}$  at the time of using a film is shown.

[0035] Except having used the silica ( $\text{SiO}_2$ ) film as a [examples 1-2 of comparison] middle refractive-index layer, LCD was constituted like the example and it evaluated like the example.  $\text{SiO}_2$  whose thickness a refractive index is 1.46 and is 15nm as a middle refractive-index layer  $\text{SiO}_2$  whose thickness a refractive index is 1.46 and is 50nm considering the case where a film is used, as the example 1 of comparison, and a middle refractive-index layer A result is shown in Table 2 by making into the example 2 of comparison the case where a film is used.

[0036] From Table 1, in at least 100nm or more, if an interlayer's refractive index is [ the thickness of an ITO film ] 1.85 or less 1.65 or more ] and 50nm or more range of thickness is 100nm or less, color difference  $\Delta E^*_{ab}$  understands 4 or less and a bird clapper. Simultaneously, this range was very good as a result of judging the superiority or inferiority of a bone vanity phenomenon by visual observation.

[0037] In addition, as a middle refractive-index layer, as shown in Table 2, when the oxide film of a refractive index 1.75, silicon of 80nm of thickness, and a zirconium is used, color difference  $\Delta E^*_{ab}$  becomes three or less to about 300nm of ITO thickness, and a bone vanity phenomenon can be reduced.

[0038] On the other hand, when the silica film of the conventional refractive index 1.46 of the example of comparison is used, it turns out that a bone vanity phenomenon can be reduced to neither of the cases if ITO thickness is not set to 40nm or less.

[0039] As a result of evaluating also about the adhesion force of the others and ITO film and resin layer which were indicated above, the patterning nature of an ITO film, and endurance, it was checked that the same performance as the conventional silica film is obtained. [ example ]

[0040] Furthermore, as a result of evaluating also about the gas barrier performance needed in LCD using the plastic plate, it was checked that the foaming phenomenon within a LCD cell is reduced. This is considered to originate in the thickness of the middle refractive-index layer used in this invention being 50nm or more.

[0041]

[Table 1]

		中間屈折率層の屈折率						
		1.60	1.65	1.70	1.75	1.80	1.85	1.90
中間屈折率層の膜厚 (nm)	40	20	20	20	40	20	20	20
	50	20	100	100	150	150	100	20
	60	20	100	150	300	300	100	20
	70	40	150	150	300	300	150	50
	80	20	150	300	300	300	150	40
	90	20	100	200	100	150	100	20
	100	20	100	150	150	100	100	20
	110		20	40	40	20	20	

[0042]

[Table 2]

		実施例	比較例 1	比較例 2
ITO の膜厚 (nm)	20	1. 2	2. 4	2. 8
	40	0. 7	6. 4	7. 2
	50	1. 8	8. 0	9. 7
	100	2. 2	8. 8	11. 0
	150	1. 8	9. 0	11. 4
	200	1. 4	10. 9	12. 6
	300	2. 9	—	—

[0043]

[Effect of the Invention] The resin substrate for liquid crystal displays which can make the ITO electrode of low resistance able to form, and can reduce a bone vanity phenomenon by this invention, without making ITO thickness thin can be offered.

[0044] The middle refractive-index layer used in this invention raises the adhesion force of an ITO film and a resin layer like the conventional silica film, and raises the patterning nature of an ITO film, and endurance.

[0045] Moreover, since the thickness of the middle refractive-index layer used in this invention is 50nm or more, the gas barrier performance needed in LCD using the plastic plate also improves, and it also has the outstanding effect that the foaming phenomenon within a LCD cell can also be reduced.

---

[Translation done.]